

ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND DISPLAY ELEMENT

Publication number: JP2005322435 (A)

Publication date: 2005-11-17

Inventor(s): NOJIMA SHIGEO

Applicant(s): SEIKO EPSON CORP

Classification:

- **international:** H05B33/24; H01L51/50; H05B33/12; H05B33/14; H05B33/28; H05B33/24; H01L51/50; H05B33/12; H05B33/14; H05B33/26; (IPC1-7): H05B33/24; H05B33/12; H05B33/14; H05B33/28

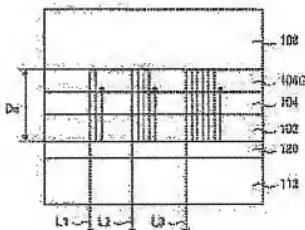
- **European:**

Application number: JP20040137459 20040506

Priority number(s): JP20040137459 20040506

Abstract of JP 2005322435 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electroluminescent element or the like capable of reducing dependency on a visual angle of a hue and brightness of an image in supplying a color light of a high color purity. ; **SOLUTION:** This has a transparent electrode layer 102, a reflecting electrode layer 108, a light emitting layer 106G, a positive hole transportation layer 104, and a half mirror layer 120 to reflect a part of the light from the light emitting layer 106G in the direction of the reflecting electrode layer, and to transmit and emit a part of the other part of the light from the light emitting layer. The reflecting electrode layer 108 and the half mirror layer 120 are installed at a prescribed spacing D_{tr} to resonate the light of a specific wave length region between the reflecting electrode layer 108 and the half mirror layer 120, and the half mirror layer 120 reflects the light of a light amount of 5% or more and 20% or less out of the incident light in the direction of the reflecting electrode layer, and transmits the light of the light amount of 60% or more and 90% or less out of the incident light. ; **COPYRIGHT:** (C)2006,JPO&NCIPI



Family list

1 application(s) for: **JP2005322435 (A)**

1 ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND DISPLAY ELEMENT

Inventor: NOJIMA SHIGEO

Applicant: SEIKO EPSON CORP

EC:

IPC: *H05B33/24; H01L51/50; H05B33/12; (+11)*

Publication info: **JP2005322435 (A)** — 2005-11-17

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-322435

(P2005-322435A)

(43) 公開日 平成17年11月17日(2005.11.17)

(51) Int.Cl.⁷H05B 33/24
H05B 33/12
H05B 33/14
H05B 33/28

F 1

H05B 33/24
H05B 33/12
H05B 33/14
H05B 33/28テーマコード(参考)
3K007

(21) 出願番号

特願2004-137459 (P2004-137459)

(22) 出願日

平成16年5月6日 (2004.5.6)

審査請求 未請求 請求項の数 11 O.L. (全 20 頁)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(74) 代理人 100095728
弁理士 上柳 雅音

(74) 代理人 100107076
弁理士 藤岡 英吉

(74) 代理人 100107261
弁理士 須澤 修

(72) 発明者 野島 重男
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内

F ターム(参考) 3K007 AB02 AB03 AB04 AB17 CB00
CC01 DB03

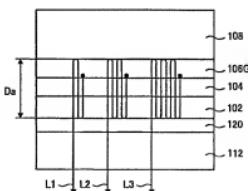
(54) 【発明の名称】電界発光素子及び表示素子

(57) 【要約】

【課題】高い色純度の色光を供給する上で、画像の色相や輝度の視野角依存を低減することが可能な電界発光素子等を提供すること。

【解決手段】透明電極層102と、反射電極層108と、発光層106Gと、正孔輸送層104と、発光層106Gからの光のうちの一部の光を反射電極層の方向へ反射し、発光層からの光のうちの他の一部の光を透過して射出するハーフミラー層120と、を有し、反射電極層108とハーフミラー層120とは、反射電極層108とハーフミラー層120との間で特定の波長領域の光を共振させる所定の間隔D aで設けられ、ハーフミラー層120は、入射する光のうち5%以上20%以下の光量の光を反射電極層の方向へ反射し、かつ入射する光のうち60%以上90%以下の光量の光を透過する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学的に透明な透明電極層と、

前記透明電極層に対向して設けられ、光を反射する反射電極層と、

前記透明電極層と前記反射電極層との間に設けられ、前記透明電極層と前記反射電極層との間に電圧を印加することにより光を供給する発光層と、

前記発光層に正孔を輸送する正孔輸送層と、

前記発光層を挟んで前記反射電極層に対向して設けられ、前記発光層からの光のうちの一部の光を前記反射電極層の方向へ反射し、前記発光層からの光のうちの他の一部の光を透過して射出するハーフミラー層と、を有し、

前記反射電極層と前記ハーフミラー層とは、前記反射電極層と前記ハーフミラー層との間で特定の波長領域の光を共振させる所定の間隔で設けられ、

前記ハーフミラー層は、入射する光のうち 5% 以上 20% 以下の光量の光を前記反射電極層の方向へ反射し、かつ入射する光のうち 60% 以上 90% 以下の光量の光を透過することを特徴とする電界発光素子。

【請求項 2】

前記発光層及び前記正孔輸送層は、それぞれの形成材料を吐出成膜することで形成され、かつ、前記形成材料の吐出量を変化させることで層厚を調節して設けられ、

前記反射電極層と前記ハーフミラー層とは、前記発光層及び前記正孔輸送層の少なくとも一方の前記層厚を調節することにより前記所定の間隔で設けられることを特徴とする請求項 1 に記載の電界発光素子。

【請求項 3】

基板の上に、前記ハーフミラー層、前記透明電極層、前記正孔輸送層、前記発光層及び前記反射電極層が順次積層され、前記発光層からの光を前記基板の方向へ射出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電界発光素子。

【請求項 4】

前記反射電極層と前記ハーフミラー層との間の前記所定の間隔を D_a 、前記ハーフミラー層での反射による光の位相シフト量を ϕ_a (ラジアン)、前記反射電極層での反射による光の位相シフト量を ϕ_b (ラジアン)、前記特定の波長領域の光のピーク波長を λ 、任意の整数を m_a とすると、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項 3 に記載の電界発光素子。

$$D_a = \lambda \{ m_a - (\phi_a + \phi_b) / (2\pi) \} / 2$$

【請求項 5】

前記ハーフミラー層は、前記発光層に電子を輸送する電子輸送層であって、

前記反射電極層、前記正孔輸送層、前記発光層、前記電子輸送層及び前記透明電極層が順次積層され、前記発光層からの光を前記透明電極層の方向へ射出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電界発光素子。

【請求項 6】

前記反射電極層と前記電子輸送層との間の前記所定の間隔を D_c 、前記反射電極層での反射による光の位相シフト量を ϕ_c (ラジアン)、前記電子輸送層での反射による光の位相シフト量を ϕ_d (ラジアン)、前記特定の波長領域の光のピーク波長を λ 、任意の整数を m_c とすると、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項 5 に記載の電界発光素子。

。

$$D_c = \lambda \{ m_c - (\phi_c + \phi_d) / (2\pi) \} / 2$$

【請求項 7】

前記発光層に電子を輸送する電子輸送層を有し、

前記反射電極層、前記正孔輸送層、前記発光層、前記電子輸送層、前記透明電極層及び前記ハーフミラー層が順次積層され、前記発光層からの光を前記透明電極層の方向へ射出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電界発光素子。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記反射電極層と前記ハーフミラー層との間の前記所定の間隔をD e、前記反射電極層での反射による光の位相シフト量を ϕ_e （ラジアン）、前記ハーフミラー層での反射による光の位相シフト量を ϕ_f （ラジアン）、前記特定の波長領域の光のピーク波長を λ 、任意の整数をm eとすると、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項7に記載の電界発光素子。

$$D e = \lambda \{ m e - (\phi e + \phi f) / (2\pi) \} / 2$$

【請求項9】

前記ハーフミラー層は、3 nm以上5 nm以下の層厚で設けられることを特徴とする請求項1～8のいずれか一項に記載の電界発光素子。

【請求項10】

前記発光層は、第1色光を供給する第1色光用画素に対応して設けられる第1色光用発光層と、第2色光を供給する第2色光用画素に対応して設けられる第2色光用発光層と、第3色光を供給する第3色光用画素に対応して設けられる第3色光用発光層と、を有し、前記第1色光用発光層に対応して設けられる前記反射電極層と前記ハーフミラー層とは、前記第1色光を共振させる前記所定の間隔で設けられ、

前記第2色光用発光層に対応して設けられる前記反射電極層と前記ハーフミラー層とは、前記第2色光を共振させる前記所定の間隔で設けられ、

前記第3色光用発光層に対応して設けられる前記反射電極層と前記ハーフミラー層とは、前記第3色光を共振させる前記所定の間隔で設けられることを特徴とする請求項1～9のいずれか一項に記載の電界発光素子。

10

20

【請求項11】

請求項1～10のいずれか一項に記載の電界発光素子と、

前記電界発光素子を駆動するトランジスタ部と、を有することを特徴とする表示素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電界発光素子及び表示素子、特に、電界発光素子である有機EL素子の技術に関する。

【背景技術】

【0002】

電界発光素子である有機EL素子は、有機化合物による蛍光を利用して光を供給する。一般に、有機EL素子は、無機のLED等に比べ、発光スペクトルの半値幅が広くなることが知られている。発光スペクトルの半値幅が広くなると色純度が高い色光を供給することが困難となることから、色再現性的低下や駆動電流の増加を引き起こす場合がある。色純度が高い色光を供給するための技術は、例えば特許文献1～3に提案されている。

【0003】

【特許文献1】特開平8-213174号公報

【特許文献2】特開平6-283271号公報

【特許文献3】国際公開第01/39554号パンフレット

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1及び2に提案されている技術は、いずれも反射性の陽極電極と陰極電極とを用いて、いわゆる光共振器を構成するものである。光共振器は、反射電極間で光を往復させることにより、共振波長の光のみを増幅して取り出すものである。光共振器の構成を用いる有機EL素子は、ピーク波長における強度が大きいスペクトルの光を供給できる。しかし、特許文献1及び特許文献2に開示されている構成によると、特定方向以外の方向では、強め合う光の波長領域がシフトし、発光スペクトルが変化してしまう。このことは、画像の色相や輝度が視野角に依存して変化する原因となり得る。

【0005】

40

50

特許文献3に提案されている技術は、光共振器を構成する反射電極間の光学的距離を制御することで画像の色相や輝度の視野角依存を低減するものである。ここで、光共振器を構成する反射電極のうちの一方は、入射する光の一部を透過する透過性と、一部の光を反射する反射性とを有するハーフミラーで構成される。ハーフミラーは、反射率が高い場合に効率良く特定の波長領域の光を取り出せる一方、色相や輝度の視野角依存を引き起こす場合がある。ハーフミラーは、これとは逆に透過率を高める場合、反射率が低下することとなる。反射率が低下すると、効率良く特定の波長領域の光を取り出すことが困難となる場合がある。このように、反射電極間の光学的距離を制御しても、色相や輝度の視野角依存を低減すること、及び効率良く特定の波長領域の光を取り出すことが困難となる場合がある。

【0006】

本発明は、上述に鑑みてなされたものであり、高い色純度の色光を供給する上で、画像の色相や輝度の視野角依存を低減することが可能な電界発光素子、及びその電界発光素子を用いる表示素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明によれば、光学的に透明な透明電極層と、透明電極層に対向して設けられ、光を反射する反射電極層と、透明電極層と反射電極層との間に設けられ、透明電極層と反射電極層との間に電圧を印加することにより光を供給する発光層と、発光層に正孔を輸送する正孔輸送層と、発光層を挟んで反射電極層に対向して設けられ、発光層からの光のうちの一部の光を反射電極層の方向へ反射し、発光層からの光のうちの他の一部の光を透過して射出するハーフミラー層と、を有し、反射電極層とハーフミラー層とは、反射電極層とハーフミラー層との間で特定の波長領域の光を共振させる所定の間隔で設けられ、ハーフミラー層は、入射する光のうち5%以上20%以下の光量の光を反射電極層の方向へ反射し、かつ入射する光のうち60%以上90%以下の光量の光を透過することを特徴とする電界発光素子を提供することができる。

【0008】

電界発光素子は、反射電極層及びハーフミラー層間で光を共振させる光共振器の構成を用いることで、特定の波長領域の光を増幅する。このとき、電界発光素子は、過度に特定の波長領域の光を増幅すると、色相や輝度の視野角依存を引き起こす場合がある。光共振器は、ハーフミラー層に入射する光のうち5%以上20%以下の光量の光を反射電極層の方向へ反射する。また、光共振器は、ハーフミラー層に入射する光のうち60%以上90%以下の光量の光を透過して射出する。このように、所定の反射率を有するハーフミラー層を用いることで、共振波長の光について過度の増幅を防ぐことが可能になる。共振波長の光の過度の増幅を防ぐことができると、特定の波長領域の光を共振波長の光を増幅して取り出す場合に色相及び輝度の視野角依存を低減することが可能になる。また、比較的高い所定の透過率を有するハーフミラー層を用いることで、共振波長の光を過度に増幅しなくとも、特定の波長領域の光を射出可能な構成にできる。これにより、色純度が高い色光を供給する上で、画像の色相や輝度の視野角依存を低減することが可能な電界発光素子を得られる。

【0009】

また、本発明の好ましい態様によれば、発光層及び正孔輸送層は、それぞれの形成材料を吐出成膜することで形成され、かつ、形成材料の吐出量を変化させることで層厚を調節して設けられ、反射電極層とハーフミラー層とは、発光層及び正孔輸送層の少なくとも一方の層厚を調節することにより所定の間隔で設けられることが望ましい。液滴吐出法を用いることで、発光層及び正孔輸送層は、形成材料の吐出量によって層厚を容易に調節できる。また、液滴吐出法を用いると、材料の吐出位置も選択可能であるから、所望の位置に所望の層厚の発光層及び正孔輸送層を形成することができる。これにより、特定の波長領域の光を強め合うように層厚が調節された発光層及び正孔輸送層を容易に形成し、反射電極層及びハーフミラー層の間隔を容易に調節することができる。

【0010】

また、本発明の好ましい態様によれば、基板の上に、ハーフミラー層、透明電極層、正孔輸送層、発光層及び反射電極層が順次積層され、発光層からの光を基板の方向へ射出することが望ましい。これにより、画像の色相や輝度の視野角依存を低減可能なボトムエミッション方式の電界発光素子を得られる。

【0011】

また、本発明の好ましい態様としては、反射電極層とハーフミラー層との間の所定の間隔をD a、ハーフミラー層での反射による光の位相シフト量を ϕa （ラジアン）、反射電極層での反射による光の位相シフト量を ϕb （ラジアン）、特定の波長領域の光のピーク波長を λ 、任意の整数をm aとすると、以下の式（1）を満たすことが望ましい。

$$D a = \lambda \{ m a - (\phi a + \phi b) \} / (2\pi) / 2 \quad (1)$$

【0012】

ハーフミラー層及び反射電極層の間を1往復して射出する光と、2往復して射出する光、あるいはそれ以上往復して射出する光とは、重なることで互いに干渉し合う。式（1）により所定の間隔D aを調節すると、共振により波長 λ の光を増幅させることができる。これにより、色純度が高い色光を供給することができる。

【0013】

また、本発明の好ましい態様としては、ハーフミラー層は、発光層に電子を輸送する電子輸送層であって、反射電極層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び透明電極層が順次積層され、発光層からの光を透明電極層の方向へ射出することが望ましい。これにより、画像の色相や輝度の視野角依存を低減可能なトップエミッション方式の電界発光素子を得られる。

【0014】

また、本発明の好ましい態様としては、反射電極層と電子輸送層との間の所定の間隔をD c、反射電極層での反射による光の位相シフト量を ϕc （ラジアン）、電子輸送層での反射による光の位相シフト量を ϕd （ラジアン）、特定の波長領域の光のピーク波長を λ 、任意の整数をm cとすると、以下の式（2）を満たすことが望ましい。

$$D c = \lambda \{ m c - (\phi c + \phi d) \} / (2\pi) / 2 \quad (2)$$

【0015】

電子輸送層及び反射電極層の間を1往復して射出する光と、2往復して射出する光、あるいはそれ以上往復して射出する光とは、重なることで互いに干渉し合う。式（2）により所定の間隔D cを調節すると、共振により波長 λ の光を増幅させることができる。これにより、色純度が高い色光を供給することができる。

【0016】

また、本発明の好ましい態様としては、発光層に電子を輸送する電子輸送層を有し、反射電極層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、透明電極層及びハーフミラー層が順次積層され、発光層からの光を透明電極層の方向へ射出することが望ましい。これにより、画像の色相や輝度の視野角依存を低減可能なトップエミッション方式の電界発光素子を得られる。

【0017】

また、本発明の好ましい態様としては、反射電極層とハーフミラー層との間の所定の間隔をD e、反射電極層での反射による光の位相シフト量を ϕe （ラジアン）、ハーフミラー層での反射による光の位相シフト量を ϕf （ラジアン）、特定の波長領域の光のピーク波長を λ 、任意の整数をm eとすると、以下の式（3）を満たすことが望ましい。

$$D e = \lambda \{ m e - (\phi e + \phi f) \} / (2\pi) / 2 \quad (3)$$

【0018】

ハーフミラー層及び反射電極層の間を1往復して射出する光と、2往復して射出する光、あるいはそれ以上往復して射出する光とは、重なることで互いに干渉し合う。式（3）により所定の間隔D eを調節すると、共振により波長 λ の光を増幅させることができる。これにより、色純度が高い色光を供給することができる。

10

20

30

40

50

【0019】

また、本発明の好ましい態様としては、ハーフミラー層は、3 nm以上5 nm以下の層厚で設けられることが望ましい。ハーフミラー層は、3 nm以上5 nm以下の層厚で設けることで、可視光域の光について視野角依存の低減が可能な所定の反射率及び所定の透過率を有する構成にできる。これにより、画像の色相や輝度の視野角依存を低減することが可能な電界発光素子を得られる。

【0020】

また、本発明の好ましい態様としては、発光層は、第1色光を供給する第1色光用画素に対応して設けられる第1色光用発光層と、第2色光を供給する第2色光用画素に対応して設けられる第2色光用発光層と、第3色光を供給する第3色光用画素に対応して設けられる第3色光用発光層と、を有し、第1色光用発光層に対応して設けられる反射電極層とハーフミラー層とは、第1色光を共振させる所定の間隔で設けられ、第2色光用発光層に対応して設けられる反射電極層とハーフミラー層とは、第2色光を共振させる所定の間隔で設けられ、第3色光用発光層に対応して設けられる反射電極層とハーフミラー層とは、第3色光を共振させる所定の間隔で設けられることにより、各色光に応じて反射電極層とハーフミラー層との間隔を調節することにより、各色光用画素は、それぞれの色光を増幅して供給することができる。これにより、それぞれの色光に応じて高い色純度の光を供給することができる。また、各色光用の電界発光素子が高い色純度の光を供給することで、良好な色再現性を確保することができる。

【0021】

さらに、本発明によれば、上記の電界発光素子と、電界発光素子を駆動するトランジスタ部と、を有することを特徴とする表示素子を提供することができる。上記の電界発光素子を用いることにより、色純度が高い色光を供給する上で、画像の色相や輝度の視野角依存を低減し、かつ容易に形成可能な表示素子を得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下に図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

【実施例1】

【0023】

図1は、本発明の実施例1に係る表示パネル100の構成の要部斜視図である。表示パネル100は、基板101と、基板101上に形成された有機EL素子部10と、有機EL素子部10を封止する基板111とにより構成されている。電界発光素子である有機EL素子は、有機EL素子部10のうちトランジスタ部21及び配線22が設けられていない領域A Rに対応する部分である。有機EL素子は、画素に対応して、表示パネル100の基板101平面上において略直交する2方向にマトリクス状に配置されている。トランジスタ部21は、各有機EL素子に対応して設けられている。表示素子30は、有機EL素子とトランジスタ部21とから構成される部分である。

【0024】

トランジスタ部21は、有機EL素子を駆動する。トランジスタ部21は、画素ごとに形成されたTFT (Thin Film Transistor) 回路である。配線22は、不図示の外部電源と各トランジスタ部21とを電気的に接続している。表示パネル100は、配線22を用いて各トランジスタ部21に電気的にアクセスすることで各有機EL素子を駆動する、いわゆるアクティブマトリクス方式により画像を表示する。

【0025】

図2は、本発明の実施例1に係る表示パネル100の構成を示す要部断面図である。表示パネル100は、R光L Rを供給する電界発光素子である有機EL素子110Rと、G光L Gを供給する電界発光素子である有機EL素子110Gと、B光L Bを供給する電界発光素子である有機EL素子110Bとを有する。

【0026】

有機EL素子110Rは、第1色光用発光層であるR光用発光層106Rを有する。R

10

20

30

40

50

光用発光層 106R は、第1色光であるR光LRを供給する第1色光用画素に対応して設けられている。有機EL素子110Gは、第2色光用発光層であるG光用発光層106Gを有する。G光用発光層106Gは、第2色光であるG光LGを供給する第2色光用画素に対応して設けられている。有機EL素子110Bは、第3色光用発光層であるB光用発光層106Bを有する。B光用発光層106Bは、第3色光であるB光LBを供給する第3色光用画素に対応して設けられている。各色光用発光層106R、106G、106Bは、透明電極層102と反射電極層108との間に設けられ、透明電極層102と反射電極層108との間に電圧を印加することにより光を供給する。有機EL素子部10は、透明電極層102と反射電極層108との間の部分である。

【0027】

有機EL素子110R、110G、110Bは、それぞれ各色光用発光層106R、106G、106Bからの光を基板101の方向へ射出するボトムエミッション方式の有機EL素子である。なお、図2は、表示パネル100の要部として、各有機EL素子110R、110G、110Bが並列する部分の断面構成を示している。有機EL素子110R、110G、110Bは、それぞれR光用画素、G光用画素、B光用画素に対応している。

【0028】

基板101は、光学的に透明な部材、例えば硝子や透明樹脂から構成される。基板101は、表示パネル100の射出面を構成する平行平板である。基板101の上には、TFT層112が設けられている。TFT層112には、トランジスタ部21及び配線22が設けられている。図2に示す断面構成では、トランジスタ部21がTFT層112中に配置された状態を示している。トランジスタ部21及び配線22をTFT層112に収めることで、有機EL素子部10の土台を平坦にし、有機EL素子部10の各層を均一な層厚で形成し易くすることもできる。

【0029】

TFT層112の上部は、パッシベーション膜113で構成されている。パッシベーション膜113は、トランジスタ部21を外部からの湿気等から保護するために設けられている。パッシベーション膜113は、例えばSiN等の窒化膜で構成できる。TFT層112は、例えば、色光が透過する位置において200nmの層厚となるように設けられている。TFT層112の上には、パンク114が設けられている。パンク114は、画素に対応して有機EL素子部10を有機EL素子110R、110G、110Bに分割している。

【0030】

図3は、有機EL素子110Gの概略構成を示す。本発明において、各有機EL素子110R、110G、110Bは、特徴的部分について同様の構成を有する。従って、本実施例及び以下の実施例では、主にG光用の有機EL素子の構成を例として説明を行うものとする。基板101の上には、TFT層112、ハーフミラー層120、透明電極層102、正孔輸送層104、G光用発光層106G、及び反射電極層108が順次積層されている。

【0031】

ハーフミラー層120からG光用発光層106Gの各層は、画素に対応してパンク114どうしの間に設けられている。ハーフミラー層120は、G光用発光層106Gを挟んで反射電極層108に対向して設けられている。ハーフミラー層120は、G光用発光層106GからのG光のうちの一部の光を反射電極層108の方向へ反射し、G光用発光層106GからのG光のうちの他の一部の光を透過して射出する。ハーフミラー層120としては、例えばアルミニウムや、アルミニウム-銅(A1Cu)合金、アルミニウム-ネオジム(A1Nd)合金等で構成することができる。ハーフミラー層120は、3nm以上5nm以下の層厚で設けられている。

【0032】

透明電極層102は、光学的に透明な部材から構成される陽極電極である。透明電極層

10

20

30

40

50

102は、例えば金属酸化物であるITOやIZOにより構成することができる。透明電極層102は、例えば100nmの層厚で設けられる。透明電極層102は、トランジスタ部21と電気的に接続されている。透明電極層102の上の正孔輸送層104は、透明電極層102からの正孔を輸送してG光用発光層106Gに注入する。正孔輸送層104としては、例えば3,4-ボリエチレンジオキシチオフェン/ポリスチレンスルフォン酸(PEDOT/PPS)を用いることができる。

【0033】

正孔輸送層104の上のG光用発光層106Gは、(ボリ)パラフェニレンビレン誘導体(PPV)で構成できる。G光用発光層106Gは、PPVのほか、ポリフルオレン誘導体(PF)、ポリフェニレン誘導体(PP)、ポリパラフェニレン誘導体(PPP)、ポリビニルカルバゾール(PVK)、ポリチオフェン誘導体、ペリレン系色素、クマリン系色素、ローダミン色素、その他ベンゼン誘導体に可溶な低分子有機EL材料、高分子有機EL材料で構成しても良い。正孔輸送層104及びG光用発光層106Gは、例えばいずれも80nmの層厚で設けることができる。

【0034】

反射電極層108は、金属層223を有する陰極電極である。反射電極層108は、画素ごとに分割されず表示パネル100の一面に設けられている。反射電極層108は、正孔輸送層104及び発光層106R、106G、106Bを介して透明電極層102に対向して設けられている。反射電極層108の金属層223は、例えばアルミニウムで構成できる。また、反射電極層108は、G光用発光層106の側に、電子注入層であるフッ化リチウム層221及びカルシウム層222を有する。例えば、フッ化リチウム層221は4nm、カルシウム層222は8nmの層厚で形成されている。また、金属層223は、例えば200nmの層厚で形成されている。

【0035】

G光用発光層106Gから反射電極層108の方向へ進行するG光は、主にフッ化リチウム層221及びカルシウム層222を透過して金属層223で反射する。厳密には、反射電極層108の方向へ進行するG光のうち一部の僅かな光は、G光用発光層106Gとフッ化リチウム層221との界面、及びフッ化リチウム層221とカルシウム層222との界面でも反射している。反射電極層108は、G光用発光層106Gから反射電極層108の方向へ進行するG光を反射する。なお、反射電極層108は、フッ化リチウム層221、カルシウム層222及び金属層223のいずれも画素に分割されず表示パネル100の一面に形成されている。反射電極層108の上には、封止層116及び基板111が設けられている。封止層116は、基板101及び基板111の間の各層が酸化等により劣化することを防ぐ。封止層116は、例えば窒化酸化シリコンで形成することができる。

【0036】

反射電極層108は、不図示の外部電源と電気的に接続されている。有機EL素子110Gは、透明電極層102及び反射電極層108を介して外部電源と接続されている。外部電源からの電圧は、トランジスタ部21の駆動に応じて透明電極層102と反射電極層108との間に印加される。透明電極層102と反射電極層108との間に電圧を印加すると、正孔輸送層104は、透明電極層102からの正孔をG光用発光層106Gに注入する。また、反射電極層108は、電子注入層であるフッ化リチウム層221及びカルシウム層222の作用によって電子をG光用発光層106Gに注入する。このとき、電子のほうが正孔より容易に移動可能であることから、電子と正孔とは、G光用発光層106Gのうち正孔輸送層104側の位置で結合する。

【0037】

G光用発光層106Gで電子と正孔とが結合すると、G光用発光層106Gの蛍光物質は、正孔と電子とが結合するときに生じるエネルギーによって励起される。そして、G光用発光層106Gの蛍光物質は、励起状態から基底状態に戻るときに発光現象を起こす。このとき蛍光物質は、G光の領域にピーク波長を有するスペクトルの光を発生する。この

10

20

30

40

50

ようにして、G光用発光層106GはG光を発生する。なお、有機EL素子110R及び有機EL素子110Bについても、構成及び発光メカニズムは有機EL素子110Gの場合と同様である。有機EL素子110RのR光用発光層106Rは、R光の領域にピーク波長を有する発光スペクトルの蛍光物質を有する。また、有機EL素子110BのB光用発光層106Bは、B光の領域にピーク波長を有する発光スペクトルの蛍光物質を有する。

[0038]

図4は、有機EL素子110GにおけるG光用発光層106Gからの光の振舞いを説明するものである。透明電極層102と反射電極層108との間に電圧を印加すると、有機EL素子110Gは、G光用発光層106Gのうち正孔輸送層104側の位置で光を発生する。G光用発光層106Gは、光の発生位置から全方向へ光を放射する。G光用発光層106Gで発生した光は、透明電極層102側の方向、及び反射電極層108の方向へ進行する。

[0039]

図4に示す光L1、L2、L3は、いずれも、G光用発光層106Gから透明電極層102の方向へ進行する。このうち光L1は、ハーフミラー層120及び反射電極層108の間を1往復した後基板101から射出する。光L2は、ハーフミラー層120及び反射電極層108の間を2往復した後基板101から射出する。光L3は、ハーフミラー層120及び反射電極層108の間を3往復した後基板101から射出する。有機EL素子110Gは、光L1と光L2、L3、あるいはそれ以上ハーフミラー層120及び反射電極層108の間を往復した後射出する光が干渉することによって共振する。

[0040]

上述のように、ハーフミラー層120と反射電極層108とは、G光用発光層106Gを挟んで互いに対向して設けられている。反射電極層108とハーフミラー層120とは、G光用発光層106Gからの光を共振させる光共振器を構成する。G光用発光層106Gからの光は、共振して増幅された後有機EL素子110Gから射出する。反射電極層108とハーフミラー層120とは、反射電極層108とハーフミラー層120との間で特定の波長領域の光であるG光を共振させる所定の間隔で設けられている。有機EL素子110Gは、式(1)を満足するように構成される。

$$D_a = \lambda \{ m_a - (\phi a + \phi b) \} / (2\pi) / 2 \quad (1)$$

[0041]

式(1)において、D_aは、反射電極層108とハーフミラー層120との間の所定の間隔である。φ_aは、ハーフミラー層120での反射によるG光の位相シフト量(ラジアン)、φ_bは、反射電極層108での反射によるG光の位相シフト量(ラジアン)である。また、λは特定の波長領域の光のピーク波長、m_aは任意の整数である。式(1)により所定の間隔D_aを決定すると、光L1と光L2、L3、あるいはそれ以上ハーフミラー層120及び反射電極層108の間を往復した後射出する光は、重なることで互いに干渉し合う。さらに、G光用発光層106Gからの光は、反射電極層108とハーフミラー層120との間を往復することで波長λのG光のみが増幅されて射出する。波長λとして例えば540nm付近の値を設定することで、有機EL素子110Gは、540nm付近に大きなピークを有するスペクトルのG光を供給することができる。

[0042]

反射電極層108に入射する光の多くは、金属層223とカルシウム層222(図2参照)との界面で反射する。厳密には、反射電極層108に入射する光のうち一部の僅かな光は、金属層223及びカルシウム層222の界面以外の界面においても反射する。各層が所定の層厚で設けられる多層構造物に光を入射する場合、例えば有効フレネル係数法や特性行列法を用いることで、多重反射と干渉とを加味した位相シフト量を算出することが可能である。このため、式(1)の適用については、位相シフト量φ_bとして、反射電極層108における多重反射と干渉とを加味した数値を用いることで、反射電極層108が1つの界面を構成するものと擬制することができる。

10

20

30

40

50

【0043】

次に、ハーフミラー層120の層厚について説明する。上述のようにハーフミラー層120は、3nm以上5nm以下の層厚で設けられている。図5-1は、本実施例の有機EL素子110Gの比較として、15nmの層厚のハーフミラー層を用いるG光用の有機EL素子についての、各視野角における発光スペクトルを示す。ここでは、アルミニウムで構成されるハーフミラー層を用いることとして、以下の説明を行う。また、ここで説明する有機EL素子は、540nm付近の光を共振波長とするように構成されている。発光スペクトルは、任意単位の強度を縦軸に、nm単位の波長を横軸にとって示している。視野角は、有機EL素子の発光面に対して垂直な方向の位置を基準として示している。例えば、視野角20°とは、有機EL素子の発光面に対する垂線となす角度が20°である位置を示す。図5-1は、視野角0°、20°、40°及び60°において観測されるG光用有機EL素子の発光スペクトルを示している。

【0044】

15nmの層厚のハーフミラー層を用いる場合、視野角が0°の場合、ピーク波長の強度が大きい発光スペクトルI0の光を観察できる。これに対して、視野角が20°、40°、60°と大きくなるに従い、発光スペクトルI20、I40、I60は、急激に光の強度が小さくなってしまう。このため、図5-2に示すように、有機EL素子が射出する光の領域AR1は、正面方向のみに強く、斜め方向に弱く分布することとなる。視野角が大きくなることによる光の強度の減衰は、光共振器構造をとる場合特に顕著である。なお、図5-2に示す強度分布は、破線で示す円に近いほど、どの角度から観察しても光の強度の変化が少ないことを示している。

【0045】

また、図5-1に示す発光スペクトルI20、I40、I60を見ると、視野角が20°、40°、60°と大きくなるに従い、ピーク波長が短波長側にシフトしていることがわかる。かかる有機EL素子を用いると、画像は、真正面から離れた位置で観察するほど青みがかるようになります。以上のように、15nmの層厚のハーフミラー層を用いる有機EL素子を用いると、共振波長の光についての過度の増幅によって、画像の色相及び輝度の視野角依存が起きてしまう。

【0046】

図6-1は、本実施例の有機EL素子110Gについての、各視野角における発光スペクトルを示す。ここで、有機EL素子110Gは、5nmの層厚のハーフミラー層120を有するものとして説明する。本実施例の有機EL素子110Gは、視野角0°における発光スペクトルI0は、図5-1に示す発光スペクトルI0よりも若干ピーク幅が大きくなっている。これに対して、本実施例の有機EL素子110Gは、発光スペクトルI20、I40、I60を見ると、視野角が20°、40°、60°と大きくなっても、図5-1に示す場合より光の強度の減少が少ない。このため、図6-2に示すように、有機EL素子110Gは、射出する光の領域AR2を、図5-2に示す領域AR1より円に近づけることができる。従って、本実施例の有機EL素子110Gは、輝度の視野角依存が少ない光を供給することができる。

【0047】

また、図6-1に示す発光スペクトルI20、I40、I60を見ると、視野角が20°、40°、60°と大きくなっても、図5-1に示す各発光スペクトルと比較してピーク波長のシフトが低減されていることがわかる。視野角によるピーク波長のシフトを低減可能であるため、有機EL素子110Gにより表示される画像は、いずれの角度から観察しても良好な色相とすることができます。以上のように、5nmの層厚のハーフミラー層120を用いることで、有機EL素子110Gは、画像の色相及び輝度の視野角依存を低減することができる。なお、ハーフミラー層120としてアルミニウムを用いる場合に限らず、AlCu合金や、AlNd合金を用いる場合も、同様に構成することができる。

【0048】

図7-1、図7-2は、本実施例の有機EL素子110Bの比較として、15nmの層

10

20

30

40

50

厚のハーフミラー層を用いるB光用の有機EL素子の各視野角における発光スペクトル及び強度分布を説明するものである。ここで説明する有機EL素子は、460nm付近の光を共振波長とするように構成されている。例えば、有機EL素子は、層厚40nmの正孔輸送層104、層厚60nmのB光用発光層106Bを設けることができる。図7-2において、B光用の有機EL素子が射出する光の領域AR3は、正面方向のみに強く、斜め方向に弱く分布する。また、発光スペクトルI20、I40、I60は、視野角が大きくなるに従い、ピーク波長が短波長側にシフトしている。このように、15nmの層厚のハーフミラー層を用いるB光用の有機EL素子についても、画像の色相及び輝度の視野角依存が起ることがわかる。

【0049】

図8-1、図8-2は、本実施例の有機EL素子110Bについての、各視野角における発光スペクトルを示す。ここでも、有機EL素子110Bは、5nmの層厚のハーフミラー層120を有するものとして説明する。図8-2に示すように、有機EL素子110Bについても、射出する光の領域AR4を、図7-2に示す領域AR3より円に近づけることができる。有機EL素子110Bも、有機EL素子110Gと同様に、輝度の視野角依存が少ない光を供給することができる。

【0050】

また、図8-1に示すように、各発光スペクトルのピーク波長のシフトが低減されていることがわかる。有機EL素子110Bにより表示される画像は、有機EL素子110Gの場合と同様に、いずれの角度から観察しても良好な色相とすることができます。以上のように、有機EL素子110Bについても、画像の色相及び輝度の視野角依存を低減することができる。

【0051】

図9-1は、ハーフミラー層120への入射光について、波長と透過率との関係を示すものである。図9-2は、ハーフミラー層120への入射光について、波長と反射率との関係を示すものである。図9-1、図9-2のいずれのグラフも、パーセント単位の透過率又は反射率を縦軸に、nm単位の波長を横軸にとって示している。ハーフミラー層120は、入射光のうちの一部の光を反射し、入射光のうちの他の一部の光を透過する。このため、ハーフミラー層120の透過率と反射率とは、互いに相関関係にある。図9-1、図9-2のいずれのグラフも、ハーフミラー層120として、層厚3nmのAlCu合金(C3)及びAlNd合金(N3)、層厚5nmのAlCu合金(C5)及びAlNd合金(N5)を用いる場合について図示している。

【0052】

上述のように、ハーフミラー層120は、層厚を5nmとすることで、画像の色相及び輝度の視野角依存を低減することができる。また、有機EL素子は、層厚が3nmのハーフミラー層120を用いることとしても良い。ハーフミラー層120として層厚が3~5nmのAlCu合金又はAlNd合金を用いる場合、図9-1から、入射光のうちおよそ60%~90%の光を透過することがわかる。また、ハーフミラー層120として層厚3~5nmのAlCu合金又はAlNd合金を用いる場合、図9-2から、入射光のうちおよそ5%~20%の光を反射することがわかる。なお、図9-1及び図9-2で説明する各部材のうち、ハーフミラー層120として層厚5nmのAlCu合金を用いる場合が、画像の色相及び輝度の視野角依存を低減する上で特に良好である。

【0053】

本実施例の有機EL素子は、ハーフミラー層120により、入射する光のうち5%以上20%以下の光量の光を反射電極層108の方向へ反射し、かつ入射する光のうち60%以上90%以下の光量の光を透過して射出する。反射電極層108及びハーフミラー層120で構成される光共振器は、所定の反射率を有するハーフミラー層120を用いることで、共振波長の光について過度の増幅を防ぐことが可能になる。共振波長の光の過度の増幅を防ぐことができると、特定の波長領域の光を共振波長の光を増幅して取り出す場合に色相及び輝度の視野角依存を低減することができる。また、比較的高い所定の透過率

10

20

30

40

50

を有するハーフミラー層120を用いることで、共振波長の光を過度に増幅しなくとも、特定の波長領域の光を射出可能な構成にできる。これにより、色純度が高い色光を供給する上で、画像の色相や輝度の視野角依存を低減できるという効果を奏する。

【0054】

電界発光素子により高い色純度の色光を供給することで、低い駆動電流によっても良好な色再現性を確保することが可能となる。このため、さらに表示素子の消費電力を低減することができる。また、表示素子の消費電力を低減することにより、表示素子の寿命の長期化、及び表示パネル100の信頼性の向上を図ることもできる。なお、ハーフミラー層120は、3nm以下の層厚で構成することとしても良い。また、ハーフミラー層120は、金属薄膜に代えて、上記と同様の透過率及び反射率を有する誘電体多層膜で構成しても良い。

10

【0055】

次に、図10-1～図10-5を用いて、表示パネル100の製造方法を説明する。上述のように、有機EL素子は、反射電極層108とハーフミラー層120と特定の波長領域の光を共振させる所定の間隔Daで設けられる。反射電極層108とハーフミラー層120との間隔Daは、発光層及び正孔輸送層104の少なくとも一方の層厚を調節することにより容易に調節することができる。

【0056】

まず、図10-1に示す基板101に、トランジスタ部21及び配線22と、TFT層112とを形成する。TFT層112は、例えば蒸着法により成膜することができる。次に、TFT層112の上に、画素に対応する所定のパターンで、ハーフミラー層120及び透明電極層102を形成する。ハーフミラー層120は、蒸着法等によりアルミニウムやAlCu合金、AlNd合金等を一面に成膜した後、パターニングして形成する。

20

【0057】

透明電極層102は、蒸着法等によりITO等を一面に成膜した後、パターニングして形成する。そして、透明電極層102どうしの間にパンク114を形成する。パンク114は、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂等を溶媒に溶解した後、スピンドルコート等によりTFT層112及び透明電極層102の上の全面に溶液を塗布して形成する。その後、形成された樹脂層をフォトリソグラフィ等でエッチングすることにより、所定の位置にパンク114が形成される。パンク114は、透明電極層102の上に凹部1001を構成する。

30

【0058】

次に、図10-1に示す構成に、O₂プラズマ処理及びCF₄プラズマ処理を連続して施す。O₂プラズマ処理により、透明電極層102及びパンク114の露出面は、全面に水酸基が付与されることで親インク性となる。また、CF₄プラズマ処理により、パンク114は、水酸基がフッ素基で置換されて撥インク性となる。その後、プラズマ処理により加熱された基板101を室温にまで冷却する。ここで正孔輸送層104の形成を行なう管理温度にまで基板101を冷却することにより、後述する正孔輸送層104の層厚を正確に制御することができる。

40

【0059】

次に、インクジェット法等の液滴吐出法により、凹部1001に正孔輸送層104を形成する。正孔輸送層104の形成材料1011は、図10-2に示すように液滴吐出ヘッド（インクジェットヘッド）1010を用いて凹部1001内に選択的に吐出できる。正孔輸送層104の形成材料1011は、液滴吐出ヘッド（インクジェットヘッド）1010により、正孔輸送層104が所望の層厚となるように吐出量が制御されている。凹部1001内に正孔輸送層104の形成材料1011を吐出した後、正孔輸送層104の形成材料1011を乾燥及びペイクして、図10-3に示す正孔輸送層104を形成する。

【0060】

統一して、インクジェット法等の液滴吐出法により、凹部1001内の正孔輸送層104の上に各色光用発光層106R、106G、106Bを形成する。例えば、R光用発光層

50

106Rの形成材料1012Rは、図10-4に示すように、液滴吐出ヘッド（インクジェットヘッド）1010を用いて有機EL素子110Rの形成箇所の凹部1001内に選択的に吐出できる。G光用発光層106Gの形成材料及びB光用発光層106Bの形成材料についても、R光用発光層106Rの形成材料1012Rと同様に吐出する。

【0061】

さらに、各色光用発光層106R、106G、106Bの形成材料は、液滴吐出ヘッド（インクジェットヘッド）1010によりそれぞれ所望の層厚となるように吐出量が制御されている。凹部1001内に各色光用発光層106R、106G、106Bの形成材料を吐出した後、乾燥及びペイクにより各色光用発光層106R、106G、106Bを形成する。

【0062】

このように、各色光用発光層106R、106G、106B及び正孔輸送層104は、形成材料を吐出成膜することで形成され、かつ、形成材料の吐出量を変化させることで層厚を調節する。液滴吐出法によれば、正孔輸送層104の形成材料及び各色光用発光層106R、106G、106Bの形成材料を、それぞれ所望の位置に打ち分けることができる。さらに、液滴吐出法を用いることで、所望の層厚の正孔輸送層104及び各色光用発光層106R、106G、106Bを容易に形成することができる。

【0063】

次に、図10-5に示すように、バンク1114及び各色光用発光層106R、106G、106Bの上の全面に反射電極層108を形成する。反射電極層108を構成するフッ化リチウム層221、カルシウム層222、及び金属層223は、例えば蒸着法によって形成できる。最後に、反射電極層108の上に封止材を塗布して封止層116を形成する。さらに、封止層116の上に基板111を重ねて封止層116を硬化させる。これにより、表示パネル100を得ることができる。

【実施例2】

【0064】

図11は、本発明の実施例2に係る表示パネル1100の要部断面図を示す。本実施例の表示パネル1100は、透明電極層1102側に光を供給するトップエミッション方式の電界発光素子を有する。上記実施例1の表示パネル100と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。表示パネル1100は、R光LRを供給する電界発光素子である有機EL素子1110Rと、G光LGを供給する電界発光素子である有機EL素子1110Gと、B光LBを供給する電界発光素子である有機EL素子1110Bとを有する。

【0065】

有機EL素子1110R、1110G、1110Bは、それぞれR光用発光層1106R、G光用発光層1106G、B光用発光層1106Bを有する。各色光用発光層1106R、1106G、1106Bの構成は、上記実施例1の発光層と同様である。本実施例の表示パネル1100も、上記実施例と同様に、バンク1114は、有機EL素子部11を画素に対応して有機EL素子1110R、1110G、1110Bに分割している。

【0066】

バンク1114の下には、不図示のトランジスタ部及び配線を有する基板1116が設けられている。各有機EL素子1110R、1110G、1110Bは、バンク1114により仕切られた領域に、下から反射電極層1108、ITO層1107、正孔輸送層1104、及び発光層が順に積層されている。反射電極層1108は、反射性の金属部材、例えばアルミニウムにより構成された陽極電極である。反射電極層1108は、駆動部と電気的に接続されている。ITO層1107は、正孔輸送層1104による正孔の注入を効率良く行うために設けられる。

【0067】

バンク1114及び各色光用発光層1106R、1106G、1106Bの上の一面には、電子輸送層1103が設けられている。電子輸送層1103は、陰極電極である透明

10

20

30

40

50

電極層 1102 からの電子を輸送して各色光用発光層 1106R、1106G、1106B に注入する。また、電子輸送層 1103 は、発光層からの光のうちの一部の光を反射電極層 1108 の方向へ反射し、発光層からの光のうちの他の一部の光を透過して射出するハーフミラー層である。電子輸送層 1103 は、例えば、マグネシウム及び銀を共蒸着して構成することができる。また、電子輸送層 1103 は、カルシウムにより構成しても良い。電子輸送層 1103 は、上記実施例 1 のハーフミラー層と同様に、3~5 nm の層厚で設けられている。また、電子輸送層 1103 と反射電極層 1108 とは、G 光用発光層 1106G を挟んで互いに対向して設けられている。

【0068】

電子輸送層 1103 の上には、陰極電極である透明電極層 1102、封止層 1115 及び基板 1101 が設けられている。透明電極層 1102 は、上記実施例 1 の透明電極層 102 と同様に、ITO や IZO により構成することができる。封止層 1115 は、基板 1101 及び基板 1116 の間の各層が酸化等により劣化することを防ぐ。基板 1101 は、光学的に透明な硝子や樹脂から構成される。有機 EL 素子 1110R、1110G、1110B は、それぞれ各色光用発光層 1106R、1106G、1106B からの光 LR、LG、LB を、透明電極層 1102 の方向にある基板 1101 から射出する。透明電極層 1102 は、不図示の外部電極と電気的に接続されている。なお、有機 EL 素子部 11 は、透明電極層 1102 と反射電極層 1108 との間の部分である。

【0069】

図 12 は、有機 EL 素子 1110G における G 光用発光層 1106G からの光の振舞いを説明するものである。反射電極層 1108 と透明電極層 1102 との間に電圧を印加すると、有機 EL 素子 1110G は、G 光用発光層 1106G のうち正孔輸送層 1104 側の位置で光を発生する。G 光用発光層 1106G で発生した光は、透明電極層 1102 側の方向、及び反射電極層 1108 の方向へ進行する。

【0070】

図 12 に示す光 L4、L5、L6 は、いずれも、G 光用発光層 1106G から透明電極層 1102 の方向へ進行する。このうち光 L4 は、電子輸送層 1103 及び反射電極層 1108 の間を 1 往復した後基板 1101 から射出する。光 L5 は、電子輸送層 1103 及び反射電極層 1108 の間を 2 往復した後基板 1101 から射出する。光 L6 は、電子輸送層 1103 及び反射電極層 1108 の間を 3 往復した後基板 1101 から射出する。有機 EL 素子 1110G は、光 L4 と光 L5、L6、あるいはそれ以上電子輸送層 1103 及び反射電極層 1108 の間を往復した後射出する光が干渉することによって共振する。

【0071】

有機 EL 素子 1110G は、電子輸送層 1103 と反射電極層 1108 とが、G 光用発光層 1106G からの光を共振させる光共振器を構成する。G 光用発光層 1106G からの光は、共振して增幅された後有機 EL 素子 1110G から射出する。反射電極層 1108 と電子輸送層 1103 とは、反射電極層 1108 と電子輸送層 1103 との間で特定の波長領域の光である G 光を共振させる所定の間隔で設けられている。有機 EL 素子 1110G は、式 (2) を満足するように構成される。

$$D_c = \lambda \{ m_c - (\phi c + \phi d) \} / (2\pi) / 2 \quad (2)$$

【0072】

式 (2) において、Dc は、反射電極層 1108 と電子輸送層 1103 との間の所定の間隔である。φc は、反射電極層 1108 での反射による G 光の位相シフト量 (ラジアン)、φd は、電子輸送層 1103 での反射による G 光の位相シフト量 (ラジアン) である。また、λ は特定の波長領域の光のピーク波長、mc は任意の整数である。式 (2) により所定の間隔 Dc を決定すると、光 L4 と光 L5、L6、あるいはそれ以上電子輸送層 1103 及び反射電極層 1108 の間を往復した後射出する光は、重なることで互いに干渉し合う。さらに、G 光用発光層 1106G からの光は、反射電極層 1108 と電子輸送層 1103 との間を往復することで波長 λ の G 光のみが增幅されて射出する。波長 λ として例えば 540 nm 付近の値を設定することで、有機 EL 素子 1110G は、540 nm 付

10

20

30

40

50

近に大きなピークを有するスペクトルのG光を供給することができる。

【0073】

また、有機EL素子1110Gは、3~5nmの層厚の電子輸送層1103を設けることで、上記実施例1の有機EL素子と同様に、画像の色相及び輝度の視野角依存を低減することができる。これにより、上記実施例1と同様に、色純度が高い色光を供給する上で、画像の色相や輝度の視野角依存を低減することができるという効果を奏する。

【0074】

(変形例)

図13は、実施例2の変形例に係る有機EL素子1310Gの説明図である。本変形例の有機EL素子1310Gも、上記の有機EL素子1110Gと同じトップエミッション方式の電界発光素子である。本変形例の有機EL素子1310Gは、反射電極層1108、正孔輸送層1104、G光用発光層1106G、電子輸送層1303、透明電極層1102及びハーフミラー層1320を順次積層して構成されている。

【0075】

電子輸送層1303は、不図示のバンク及び各色光用発光層の上に設けられている。電子輸送層1303は、透明電極層1102からの電子を輸送して各色光用発光層1106R、1106G、1106Bに注入する。電子輸送層1303は、光学的に透明な部材から構成されている。電子輸送層1303としては、例えばバスクュプロイン(BCP)及びセシウム(Cs)を共蒸着して形成することができる。また、上記の電子輸送層1103がハーフミラー層として機能するのに対して、本変形例の有機EL素子1310Gは、電子輸送層1303とは別にハーフミラー層1320を有する。

【0076】

電子輸送層1303の上には、透明電極層1102、ハーフミラー層1320が順次積層されている。ハーフミラー層1320は、G光用発光層1106Gからの光のうちの一部の光を反射電極層1108の方向へ反射し、G光用発光層1106Gからの光のうちの他の一部の光を透過して射出する。ハーフミラー層1320は、例えば、アルミニウムにより構成することができる。ハーフミラー層1320は、上記実施例1のハーフミラー層と同様に、3~5nmの層厚で設けられている。また、ハーフミラー層1320と反射電極層1108とは、G光用発光層1106Gを挟んで互いに対向して設けられている。ハーフミラー層1320の上には、封止層1115及び基板1101が設けられている。

【0077】

図13に示す光L7、L8、L9は、いずれも、G光用発光層1106Gから透明電極層1102の方向へ進行する。このうち光L7は、ハーフミラー層1320及び反射電極層1108の間を1往復した後基板1101から射出する。光L8は、ハーフミラー層1320及び反射電極層1108の間を2往復した後基板1101から射出する。光L9は、ハーフミラー層1320及び反射電極層1108の間を3往復した後基板1101から射出する。有機EL素子1310Gは、光L7と光L8、L9、あるいはそれ以上ハーフミラー層1320及び反射電極層1108の間を往復した後射出する光が干渉することによって共振する。

【0078】

有機EL素子1310Gは、ハーフミラー層1320と反射電極層1108とが、G光用発光層1106Gからの光を共振させる光共振器を構成する。反射電極層1108とハーフミラー層1320とは、反射電極層1108とハーフミラー層1320との間で特定の波長領域の光であるG光を共振させる所定の間隔で設けられている。有機EL素子1310Gは、式(3)を満足するように構成される。

$$D e = \lambda \{ m e - (\phi e + \phi f) \} / (2\pi) / 2 \quad (3)$$

【0079】

式(3)において、Deは、反射電極層1108とハーフミラー層1320との間の所定の間隔である。 ϕe は、反射電極層1108での反射によるG光の位相シフト量(ラジアン)、 ϕf は、ハーフミラー層1320での反射によるG光の位相シフト量(ラジアン)

10

20

30

40

50

である。また、 λ は特定の波長領域の光のピーク波長、 $m e$ は任意の整数である。式(3)により所定の間隔 $D e$ を決定すると、光 L 7 と光 L 8、L 9、あるいはそれ以上ハーフミラー層 1 3 2 0 及び反射電極層 1 1 0 8 の間を往復した後射出する光は、重なることで互いに干渉し合う。さらに、G 光用発光層 1 1 0 6 G からの光は、反射電極層 1 1 0 8 とハーフミラー層 1 3 2 0 との間を往復することで波長 λ の G 光のみが増幅されて射出する。

【0080】

また、有機 E L 素子 1 3 1 0 G は、3 ~ 5 nm の層厚のハーフミラー層 1 3 2 0 を設けることで、上記の有機 E L 素子 1 1 1 0 G と同様に、画像の色相及び輝度の視野角依存を低減することができる。これにより、色純度が高い色光を供給する上で、画像の色相や輝度の視野角依存を低減することができるという効果を奏する。

【0081】

上記各実施例は、電界発光素子として有機 E L 素子の構成を示しているが、これに限られない。例えば、本発明に係る電界発光素子は、無機 E L 素子であっても良い。本発明に係る電界発光素子は、電子機器の表示パネルに適用することができる。本発明の電界発光素子を備える表示パネルは、携帯電話機、パソコンコンピュータ、ワードプロセッサ、携帯型情報機器である P D A 、テレビ等の電子機器に広く適用することができる。さらに、本発明に係る電界発光素子は、表示パネル以外に照明装置、電子ペーパー等に適用することもできる。

【産業上の利用可能性】

20

【0082】

以上のように、本発明に係る電界発光素子は、プレゼンテーションや動画を表示する表示パネルに用いる場合に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図 1】本発明の実施例 1 に係る表示パネルの要部斜視図。

【図 2】本発明の実施例 1 に係る表示パネルの要部断面図。

【図 3】有機 E L 素子の概略構成図。

【図 4】有機 E L 素子における光の振舞いの説明図。

【図 5-1】視野角と発光スペクトルとの関係を示す図。

30

【図 5-2】光の強度分布を示す図。

【図 6-1】視野角と発光スペクトルとの関係を示す図。

【図 6-2】光の強度分布を示す図。

【図 7-1】視野角と発光スペクトルとの関係を示す図。

【図 7-2】光の強度分布を示す図。

【図 8-1】視野角と発光スペクトルとの関係を示す図。

【図 8-2】光の強度分布を示す図。

【図 9-1】波長と透過率との関係を示す図。

【図 9-2】波長と反射率との関係を示す図。

【図 10-1】表示パネルの製造方法の説明図。

40

【図 10-2】表示パネルの製造方法の説明図。

【図 10-3】表示パネルの製造方法の説明図。

【図 10-4】表示パネルの製造方法の説明図。

【図 10-5】表示パネルの製造方法の説明図。

【図 11】本発明の実施例 2 に係る表示パネルの要部断面図。

【図 12】有機 E L 素子の概略構成図。

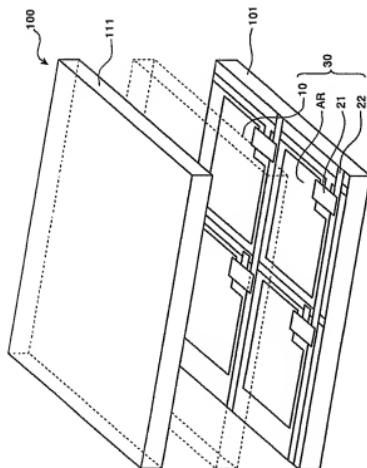
【図 13】実施例 2 の変形例に係る有機 E L 素子の概略構成図。

【符号の説明】

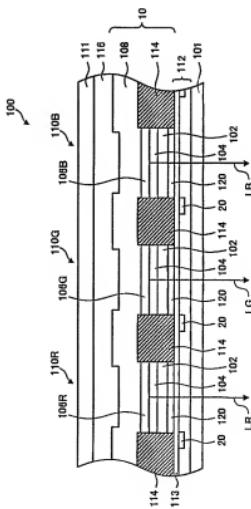
【0084】

表示パネル、101 基板、102 透明電極層、104 正孔輸送層、106 R R
 光用発光層、106 G G光用発光層、106 B B光用発光層、108 反射電極層、
 110 R、110 G、110 B 有機EL素子、111 基板、112 TFT層、11
 4 パンク、116 封止層、120 ハーフミラー層、221 フッ化リチウム層、2
 22 カルシウム層、223 金属層、1001 凹部、1011 形成材料、1012
 R 形成材料、11 有機EL素子部、1100 表示パネル、1101 基板、110
 2 透明電極層、1103 電子輸送層、1104 正孔輸送層、1106 R R光用発
 光層、1106 G G光用発光層、1106 B B光用発光層、1107 ITO層、1
 108 反射電極層、1110 R、1110 G、1110 B 有機EL素子、1114
 パンク、1115 封止層、1116 基板、1303 電子輸送層、1310 G 有機
 EL素子、1320 ハーフミラー層

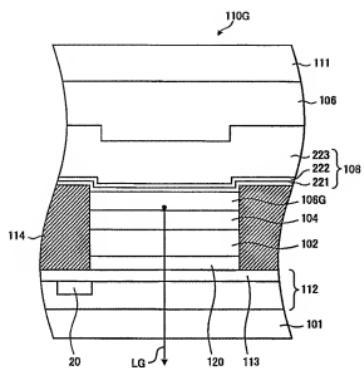
【図 1】



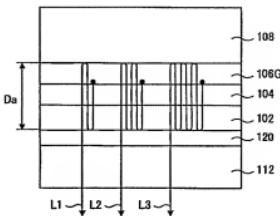
【図2】



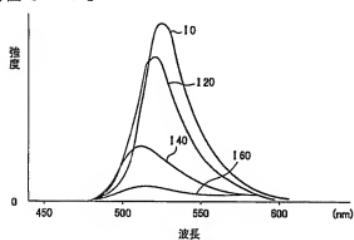
【図3】



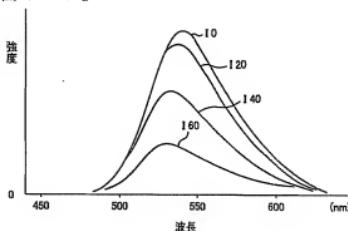
【図4】



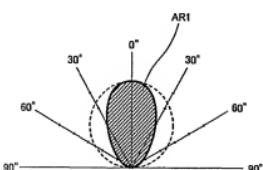
【図5-1】



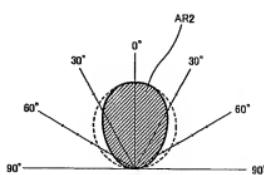
【図6-1】



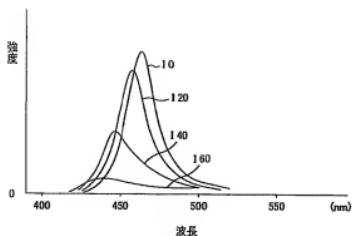
【図5-2】



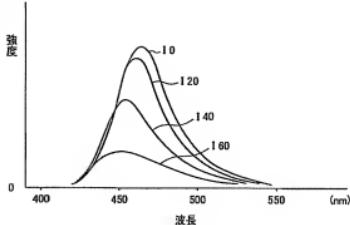
【図6-2】



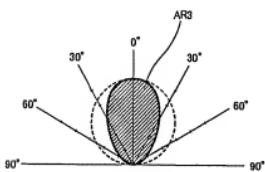
【図 7-1】



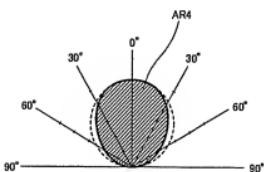
【図 8-1】



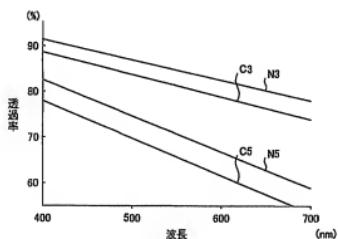
【図 7-2】



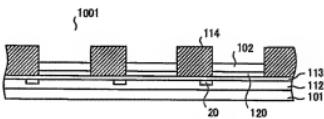
【図 8-2】



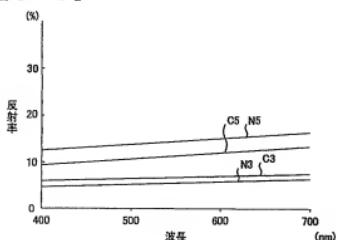
【図 9-1】



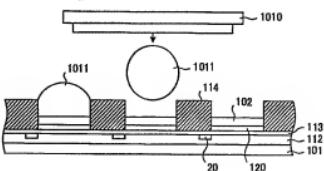
【図 10-1】



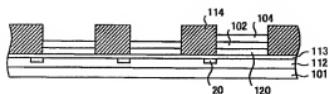
【図 9-2】



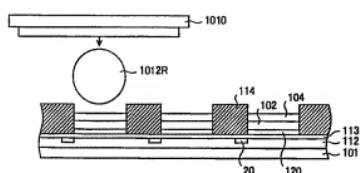
【図 10-2】



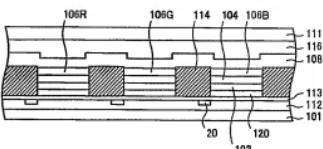
【図10-3】



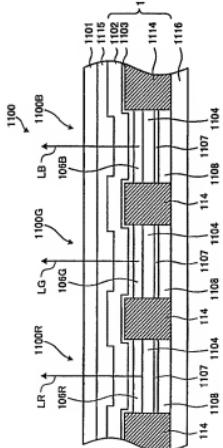
【図10-4】



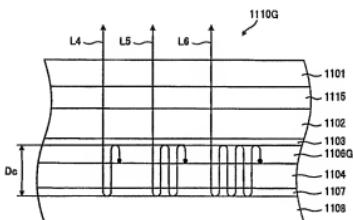
【図10-5】



【図11】



【図12】



【図13】

